

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-071633

(43)Date of publication of application : 12.03.2002

(51)Int.Cl.

G01N 27/41
F02D 45/00
G01N 27/416

(21)Application number : 2000-259375

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 24.08.2000

(72)Inventor : IKEDA SHINJI

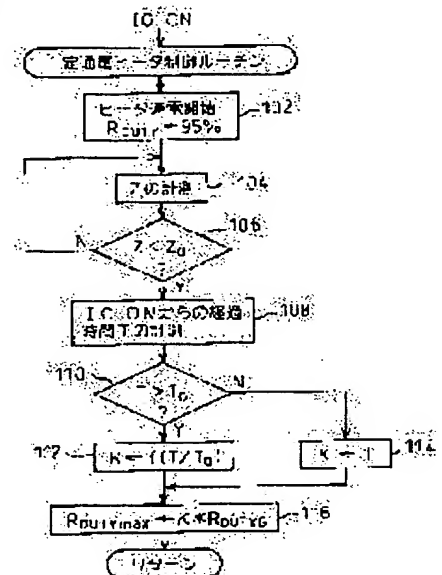
(54) HEATER CONTROL DEVICE FOR AIR-FUEL RATIO SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the breakage of a heater or a sensor element by suppressing an excessive temperature rise of the heater and element, even in the case where the sensor element is deteriorated to increase its element impedance, when the element impedance is detected and fed back to control power supplied to the heater.

SOLUTION: This heater control device for an air-fuel ratio sensor is equipped with a feedback control means for controlling the power supplied to the heater for heating the ratio sensor based on the element impedance of the ratio sensor, a semivital time detection means for detecting semivital time of the ratio sensor, and a power limiting means for limiting the power feedback-controlled by the control means based on the semivital time detected by the detection means.

図 0

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 18.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.10.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The heater control unit of the air-fuel ratio sensor possessing a feedback control means control the supply voltage to the heater which heats an air-fuel ratio sensor based on the component impedance of an air-fuel ratio sensor, a half-activity time amount detection means detect the half-activity time amount of an air-fuel ratio sensor, and a power-restrictions means restrict the power by which feedback control is carried out with said feedback control means based on the half-activity time amount detected by said half-activity time amount detection means.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the heater control unit of an air-fuel ratio sensor.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to reconcile reduction of specific fuel consumption, and reduction of a harmful gas discharge in the internal combustion engine for mount, it is necessary to control broadly the air-fuel ratio (A/F) of the gaseous mixture which an engine burns. In order to make such Air Fuel Ratio Control possible, to oxygen ion conductive elements (sensor component), such as a zirconia solid electrolyte, an atmospheric-air lateral electrode, the air-fuel ratio sensor (an all-over-the-districts air-fuel ratio sensor --) using establishing an exhaust side electrode and an exhaust side diffused-resistor object, considering as the body of a sensor, and the limiting current according to the oxygen density or unburnt gas concentration under exhaust air arising with the electrical-potential-difference impression to the body of a sensor it is called a linear air-fuel ratio sensor etc. -- having -- it is put in practical use and feedback control based on the output of this air-fuel ratio sensor is performed.

[0003] When performing feedback control of air-fuel ratio based on the output of an all-over-the-districts air-fuel ratio sensor, it is indispensable to maintain an oxygen ion conductive element to an active state. Therefore, control which heats a component using a heater and maintains a chip temperature at a fixed value is performed. Although it is necessary to detect a chip temperature in that case, since a component impedance has a chip temperature and a correlation, the need for a temperature sensor is eliminated by detecting a component impedance and presuming a chip temperature (for example, refer to JP,10-232220,A).

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, degradation of a sensor component raises the component impedance corresponding to the same chip temperature. Therefore, although there is no degradation in the output characteristics and responsibility of an air-fuel ratio sensor when the component has deteriorated and heater electric supply force feedback control is performed so that a component impedance detection value may be in agreement with a target impedance, there is a possibility that a chip temperature may rise and a sensor may be damaged.

[0005] This invention is made in view of the trouble mentioned above, and in the heater control unit of the air-fuel ratio sensor which maintains an air-fuel ratio sensor to an active state by detecting the component impedance of an air-fuel ratio sensor, feeding it back, and controlling the supply voltage to a heater, the purpose is in controlling too much rise of the temperature of a heater and a sensor component, and enabling it to prevent breakage of a heater or a sensor component, even when a sensor component deteriorates.

[0006]

[Means for Solving the Problem] A feedback control means to control the supply voltage to the heater which heats an air-fuel ratio sensor based on the component impedance of an air-fuel ratio sensor according to this invention in order to attain the above-mentioned purpose, It is based on the half-activity time amount detected by half-activity time amount detection means to detect the half-activity time amount of an air-fuel ratio sensor, and said half-activity time amount detection means. The heater control unit of the air-fuel ratio sensor possessing a power-restrictions means to restrict the power by which feedback control is carried out with said feedback control means is offered.

[0007] In the heater control unit of the air-fuel ratio sensor concerning this invention constituted like **** The half-activity time amount which reflects the degree of degradation of a sensor component before

operation of the heater electric supply force control by feedback of a component impedance is detected. Since the supply voltage in the case of feedback control will be restricted based on the half-activity time amount, Superfluous power is supplied by feedback control to the component for which the component impedance rose by degradation, and the temperature of a heater or a sensor component becomes possible [avoiding certainly the situation of going up too much and resulting in breakage of a heater or a sensor component].

[0008]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained with reference to an accompanying drawing.

[0009] First, the principle of an air-fuel ratio sensor is explained. Drawing 1 is the property Fig. showing the relation between an air-fuel ratio and the oxygen (O₂) concentration under exhaust air, and the relation between an air-fuel ratio and the carbon monoxide (CO) concentration under exhaust air. It is O₂, if it is in the air-fuel ratio field by the side of Lean rather than theoretical air fuel ratio as shown in this drawing. While concentration changes to a linear mostly to an air-fuel ratio, if it is in the air-fuel ratio field by the side of rich rather than theoretical air fuel ratio, CO concentration which is a unburnt gas changes to a linear mostly to an air-fuel ratio. An air-fuel ratio sensor uses this relation so that it may mention later.

[0010] Drawing 2 is the sectional view showing the example of 1 configuration of an air-fuel ratio sensor. The air-fuel ratio sensor 10 is used in the condition of having protruded towards the interior of an internal combustion engine's exhaust pipe 90. The air-fuel ratio sensor 10 is divided roughly, and consists of covering 11, a body 13 of a sensor, and a heater 18. Covering 11 has a cross-section cup-like configuration, and the stoma 12 of a large number which open the inside and outside of covering for free passage is formed in the peripheral wall.

[0011] In the body 13 of a sensor, while the exhaust side electrode layer 16 fixes to the outside surface of the oxygen ion conductivity solid electrolyte layer 14 formed in the shape of a test tube, to the internal surface, the atmospheric-air lateral electrode layer 17 has fixed. Moreover, the diffused-resistor layer 15 is formed in the outside of the exhaust side electrode layer 16 by the plasma metal spray method etc. The solid electrolyte layer 14 consists of an oxygen ion conductivity oxide sintered compact which made CaO etc. dissolve as a stabilizer to ZrO₂ (zirconia component) for example, in this operation gestalt (the solid electrolyte layer 14 is also hereafter called a sensor component). The diffused-resistor layer 15 consists of heat-resistant mineral matter, such as an alumina. The exhaust side electrode layer 16 and the atmospheric-air lateral electrode layer 17 both consist of high noble metals of the catalytic activity of platinum etc., and porous chemical plating etc. is performed to the front face.

[0012] The heater 18 is held in the atmospheric-air lateral electrode layer 17, heats the body 13 of a sensor and makes the zirconia component 14 activate by the exoergic energy. The heater 18 has sufficient exoergic capacity to activate the zirconia component 14.

[0013] The zirconia component 14 has the property (oxygen cell property) which lets oxygen ion (O₂-) pass from a side with high concentration to a low side, when an oxygen density difference arises to component both ends in an elevated-temperature active state. Moreover, the zirconia component 14 has from cathode the property (oxygen pump characteristics) which is going to cause migration of the oxygen ion (O₂-) according to the potential difference towards an anode plate, when the potential difference is given to the both ends.

[0014] As shown in drawing 2, the fixed bias voltage made into negative polarity is impressed [layer / 16 / straight polarity and / exhaust side electrode] to the body 13 of a sensor in the atmospheric-air lateral electrode layer 17. When an exhaust air air-fuel ratio is Lean, migration of oxygen ion (O₂-) takes place from the exhaust side electrode layer 16 to the atmospheric-air lateral electrode layer 17 with oxygen pump characteristics. Consequently, a current flows from the positive electrode of the source of bias voltage to the negative electrode of the source of bias voltage through the atmospheric-air lateral electrode layer 17, the solid electrolyte layer 14, and the exhaust side electrode layer 16. The magnitude of the current which flows at this time is equivalent to the amount of oxygen which flows into the exhaust side electrode layer 16 by diffusion through the diffused-resistor layer 15 out of exhaust air, if bias voltage is carried out more than constant value. Therefore, if the magnitude of this limiting current is detected, as an oxygen density can be known, as a result drawing 1 explained, the air-fuel ratio in the Lean field can be known.

[0015] On the other hand, when an exhaust air air-fuel ratio is rich, an oxygen cell property tends to work, and this oxygen cell property tends to cause migration of oxygen ion (O₂-) from the atmospheric-air lateral electrode layer 17 to the exhaust side electrode layer 16. That is, an oxygen cell property acts on

bias voltage and the reverse sense. Since it consists of air-fuel ratio sensors so that the electromotive force by the oxygen cell property may overcome bias voltage, from the atmospheric-air lateral electrode layer 17, it passes along the source of bias voltage, and a current flows to the exhaust side electrode layer 16. The magnitude of the current which flows at this time is decided by the amount of the oxygen ion (O_2^-) to which the inside of the solid electrolyte layer 14 is transported from the atmospheric-air lateral electrode layer 17 in the exhaust side electrode layer 16. Since the oxygen ion is what reacts in a unburnt gas and the exhaust side electrode layers 16, such as a carbon monoxide which flows into the exhaust side electrode layer 16 by diffusion through the diffused-resistor layer 15 out of exhaust air, (combustion), the amount of oxygen ionic migration is equivalent to the concentration of a unburnt gas. Therefore, if the magnitude of this limiting current is detected, as unburnt gas concentration can be known, as a result drawing 1 explained, the air-fuel ratio in a rich field can be known.

[0016] Moreover, since the amount of the oxygen which flows into the exhaust side electrode layer 16, and a unburnt gas serves as a chemical equivalent ratio when an exhaust air air-fuel ratio is theoretical air fuel ratio, both burn completely by the catalysis of the exhaust side electrode layer 16. Therefore, in the exhaust side electrode layer 16, since oxygen is lost, the oxygen ion which should be transported with an oxygen cell property and oxygen pump characteristics does not arise. Consequently, when an exhaust air air-fuel ratio is theoretical air fuel ratio, the current which flows a circuit is not produced.

[0017] In this way, the voltage-current (V-I) property of an air-fuel ratio sensor shows the limiting current according to the air-fuel ratio (A/F) of the exhaust air with which a sensor is exposed, as shown in drawing 3. In drawing 3 $R > 3$, the straight-line part parallel to V shaft expresses the limiting current. And in the Lean field and a rich field, the absolute value of the limiting current becomes large, so that an air-fuel ratio becomes small, if it is in a rich field so that the sense to which the limiting current flows is reverse, and an air-fuel ratio becomes large, if it is in the Lean field. And according to the property Fig. of drawing 3, if applied voltage is set as about 0.3V, a far-reaching air-fuel ratio is detectable. In addition, the field used as an electrical potential difference smaller than the electrical potential difference of a straight-line part parallel to V shaft is a resistance control region.

[0018] Subsequently, an example of the hardware configuration of air-fuel ratio detection equipment is explained using drawing 4. This air-fuel ratio detection equipment is divided roughly, and consists of the air-fuel ratio sensor 10, a body drive circuit 20 of a sensor, a heater drive circuit 30, and a central processing unit (CPU) 40. The air-fuel ratio sensor 10 is equipped with the body 13 of a sensor, and a heater 18 as drawing 2 explained. Moreover, the heater drive circuit 30 is a circuit which receives a duty ratio signal and impresses the electrical potential difference of a dc-battery 32 in ON/off to a heater 18 according to the duty ratio. Moreover, CPU40 performs fuel-injection control, ignition timing control, etc. as a center of an internal combustion engine's electronic control (ECU), and builds in an A/D converter (ADC), a D/A converter (DAC), and memory. And CPU40 functions also as a heater control unit concerning this invention.

[0019] The body drive circuit 20 of a sensor is divided roughly, and consists of a low pass filter (LPF) 21, the 1st voltage follower (voltage follower) circuit 22, a reference voltage generating circuit 25, and the 2nd voltage follower circuit 26. LPF21 removes the high frequency component of the analog signal electrical potential difference outputted from CPU40. The 1st voltage follower circuit 22 is equipped with an operational amplifier, a resistor, diode, a transistor, etc., and maintains the potential of the atmospheric-air lateral electrode layer 17 of the body 13 of a sensor to the same potential as the potential of the output of LPF21. In addition, the potential is 3.3V at the time of air-fuel ratio detection.

[0020] Moreover, the reference voltage generating circuit 25 pressures partially the fixed electrical potential difference VCC, and generates reference voltage 3.0V. The 2nd voltage follower circuit 26 has the same circuitry as the 1st voltage follower circuit 22, and maintains the potential of the exhaust side electrode layer 16 of the body 13 of a sensor to reference voltage 3.0V. Therefore, at the time of air-fuel ratio detection, the electrical potential difference V of 0.3V will be impressed between the two-electrodes layers of the body 13 of a sensor, and as the property Fig. of drawing 3 explained, an air-fuel ratio measures the limiting current and far-reaching can be detected. The resistor 23 in the 1st voltage follower circuit 22 functions as a current detector. Potential V0 of the sensor side edge child of a resistor 23 An other-end child's potential V1 CPU40 is supplied. CPU40 is the analog potential V0 of the both ends of a resistor 23. And A/D conversion of V1 is carried out, the potential difference "V1-V0" of both ends is computed, and the current I which makes forward the direction which flows from the 1st voltage follower circuit 22 to the atmospheric-air lateral electrode layer 17 of the body 13 of a sensor is computed based on the potential difference and resistance of a resistor 23.

[0021] It has the **** relation indicated to be the current value computed and an air-fuel ratio to drawing

5 so that I may be understood from the explanation about drawing 3 of point **. Then, CPU40 can detect the air-fuel ratio of exhaust air based on the detected current value, as a result can realize feedback control of air-fuel ratio.

[0022] Now, in order to detect an air-fuel ratio, it is necessary to maintain the sensor component (zirconia component) 14 to an active state. The active state is maintained by maintaining a chip temperature at constant value, for example, 700-degreeC. By the way, since it has the fixed correlation as indicated to be a chip temperature and a component impedance to drawing 6, in order to maintain a chip temperature at 700-degreeC, a component impedance should just show 30 ohms. Therefore, control which maintains a component active state is performed by detecting a component impedance and carrying out feedback control of the heater drive circuit 30 based on the impedance value detected.

[0023] However, if a sensor component deteriorates as mentioned above, the component impedance corresponding to the same chip temperature will rise. Therefore, although there is no degradation in the output characteristics and responsibility of an air-fuel ratio sensor when the component has deteriorated and heater electric supply force feedback control is performed so that a component impedance detection value may be in agreement with a target impedance, there is a possibility that a chip temperature may rise and a sensor may be damaged. Then, when degradation of a sensor component is judged and the component has deteriorated, this invention will restrict the supply voltage to a heater so that heater temperature and a chip temperature may not rise too much.

[0024] Drawing 7 is a timing diagram which shows each change of the chip temperature to the elapsed time from ignition-switch-on, a heater energization duty ratio, and a sensor output. In this invention, in order to detect degradation of a sensor component, the half-activity time amount of a sensor is detected at the time of starting before carrying out feedback control based on a component impedance. At the time of starting, to a heater, the fixed energization (for example, 95%) almost near full energization is made, and since dispersion in heater-resistance is small, a chip temperature shows the related almost same temperature rise to the existence of degradation of a sensor.

[0025] However, the half-activity temperature which is the temperature from which a sensor is activated and an output begins to change with the existence of degradation of a component differs. That is, the half-activity time amount of the time of a sensor being from the time of the ignition-switch-on which starts the fixed energization to a heater in a half-active state increases by degradation of a component. So, in this invention, half-activity time amount is detected and a upper limit is set up to the energization duty ratio at the time of feedback control based on the detected half-activity time amount.

[0026] Drawing 8 is a flow chart which shows the procedure of the fixed energization heater control routine performed by CPU40. Moreover, drawing 9 is a map referred to during processing of the fixed energization heater control routine, and is drawing showing the map for asking for the duty ratio upper-limit correction factor K according to a half-activity time amount ratio (after-mentioned). The fixed energization heater control routine shown in drawing 8 is started when an ignition switch is set to ON (IGON).

[0027] First, at step 102, the energization to a heater 18 is started by making duty ratio RDUTY into 95% of constant value. Subsequently, the current component impedance Z is measured at step 104.

Subsequently, value Z0 currently beforehand calculated experimentally at step 106 considering measured Z as a component impedance corresponding to a half-active state It compares and is $Z \geq Z0$. It is $Z < Z0$ while returning to step 104 at the time, at i.e., the time before half-activity. It progresses to step 108 at the time, i.e., when a half-active state is reached.

[0028] At step 108, the elapsed time from the time of an ignition switch being set to ON (IGON) is measured as half-activity time amount T. Subsequently, the maximum half activity time amount T0 currently beforehand found experimentally at step 110 based on the normal sensor without degradation in the measured half-activity time amount T It compares. And $T \leq T0$ At the time, i.e., when judged with having no component degradation, it progresses to step 114 and 1 is set to the duty ratio upper-limit correction factor K.

[0029] On the other hand, it is $T > T0$. It progresses to step 112 at the time, i.e., when judged with those with component degradation. It is half-activity time amount ratio $T/T0$ by referring to the map shown in drawing 9 at step 112. The duty ratio upper-limit correction factor K to which it responded is determined. In addition, with the map of drawing 9, it is $T/T0$. Since the degree of degradation is large, K is made into the small value, so that it is large.

[0030] Duty ratio guard value RDUTYG defined on the basis of the normal sensor in the conventional control at step 116 subsequently to step 112 or 114 performed Duty ratio upper limit RDUTYmax which performed the operation which becomes $RDUTYmax < K * RDUTYG$ based on the duty ratio upper-limit

correction factor K, and also took sensor degradation into consideration It determines.

[0031] Drawing 10 is a flow chart which shows the procedure of the component impedance feedback heater control routine performed by CPU40. This routine determines duty ratio RDUTY supplied to the heater drive circuit 30 based on a component impedance, and is performed a predetermined time period after sensor activation. First, the component impedance Z is measured at step 202. Subsequently, the component impedance Z and the target component impedance ZTGT which were measured at step 204 Deflection ZERR It computes.

[0032] Subsequently, proportional deltaRP [in / at step 206 / PID action] It asks by the operation which becomes $\text{deltaRP} \leftarrow -KP * ZERR$. KP It is the gain of a proportional. Subsequently, integral term deltaRI [in / by the operation which becomes $\text{deltaRI} \leftarrow -KI * ZERRSUM$ at step 208 by the operation which becomes $ZERRSUM \leftarrow ZERRSUM + ZERR$ while updating the integral value ZERRSUM of deflection / PID action] It computes. KI It is the gain of an integral term.

[0033] Subsequently, at step 210, it is $\text{deltaRD} \leftarrow -KD * (ZERR - ZERRO)$.

Differential term deltaRD [in / by the becoming operation / PID action] It computes. Here, it is KD. It is the gain of a differential term and ZERRO is the deflection computed at the time of this last routine transit. subsequently -- step 212 -- $\text{RDUTY} \leftarrow \text{RDUTY} + \text{delta RP} + \text{deltaRI} + \text{deltaRD}$ -- an operation determines duty ratio RDUTY by PID action.

[0034] Subsequently, RDUTY computed at steps 214 and 216 is the duty ratio upper limit RDUTYmax. Guard processing is performed so that it may be restricted to below. That is, it is $\text{RDUTY} > \text{RDUTYmax}$ at step 214. When judged, it sets to step 216, and it is RDUTYmax to RDUTY. It is substituted. ZERR which prepared for activation of this next routine and was computed at the last step 218 this time It memorizes as ZERRO.

[0035] As mentioned above, although the operation gestalt of this invention has been described, of course, this invention is not limited to this. For example, although this operation gestalt makes an example the so-called cup type of air-fuel ratio sensor and this invention is explained, this invention can be applied also to the so-called laminating type of air-fuel ratio sensor, and is not related to the structure of an air-fuel ratio sensor.

[0036]

[Effect of the Invention] Even if it is according to this invention when a component deteriorates in the heater control unit of the air-fuel ratio sensor which maintains an air-fuel ratio sensor to an active state by detecting the component impedance of an air-fuel ratio sensor, feeding it back, and controlling the supply voltage to a heater as explained above, it comes to be able to perform simply controlling too much rise of the temperature of a heater or a sensor component, and preventing breakage of a heater or a sensor component, without forming new equipment especially.

[Translation done.]

* NOTICES *

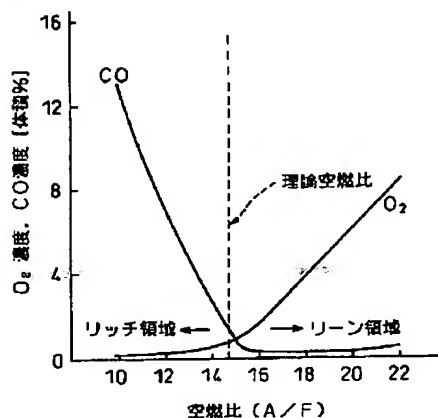
JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

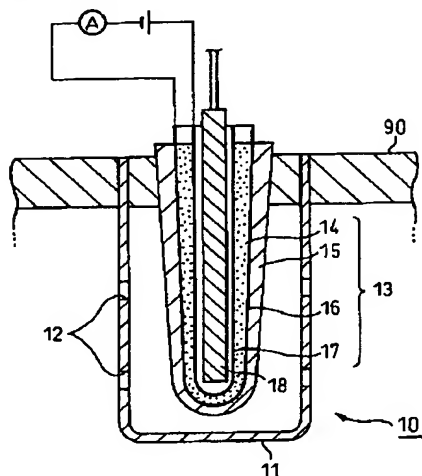
[Drawing 1]

図 1



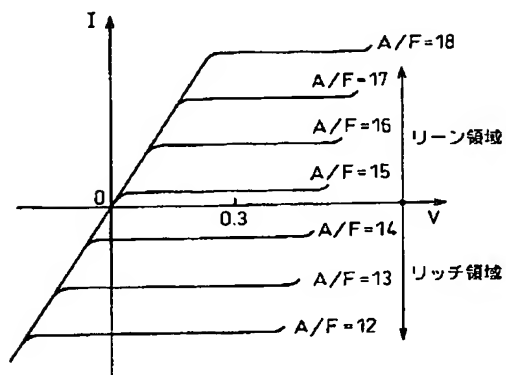
[Drawing 2]

図 2



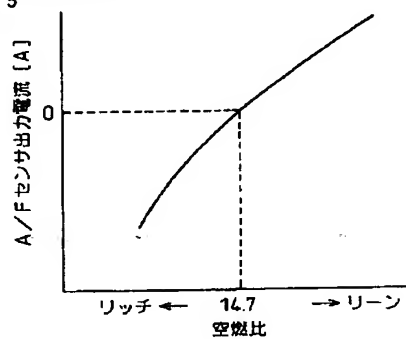
[Drawing 3]

図 3



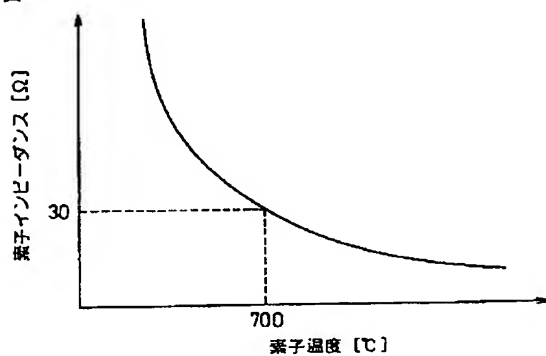
[Drawing 5]

図 5



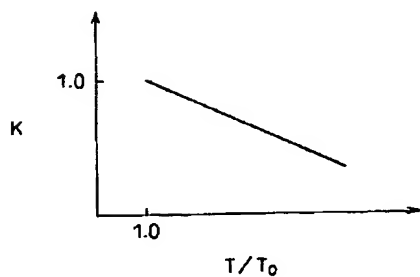
[Drawing 6]

図 6

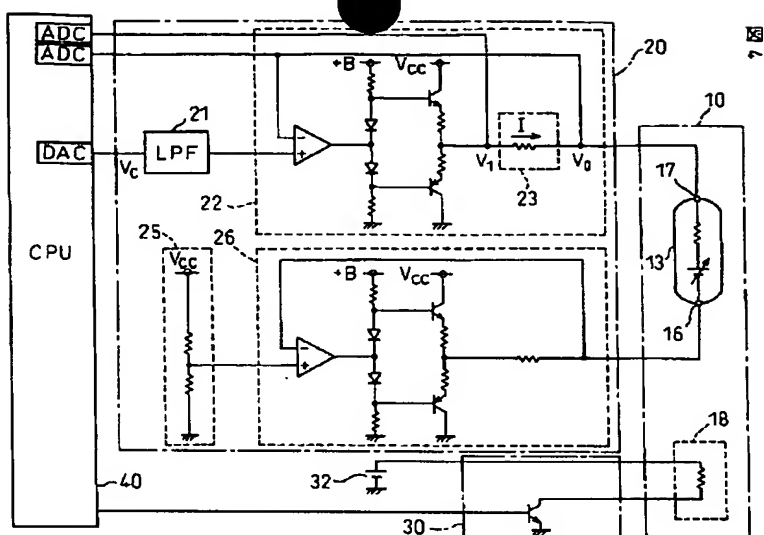


[Drawing 9]

図 9

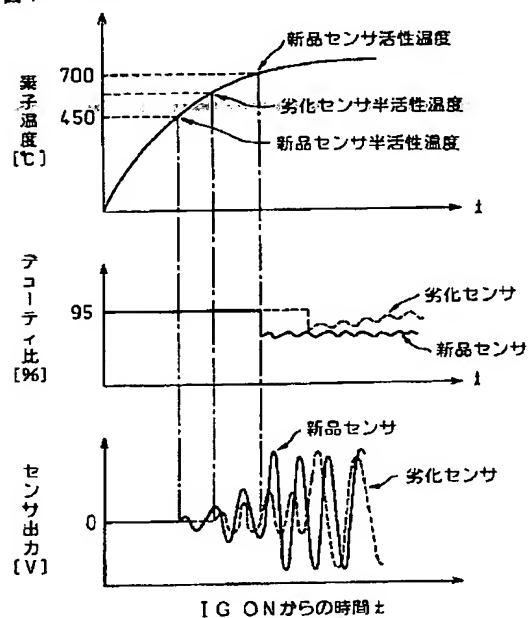


[Drawing 4]



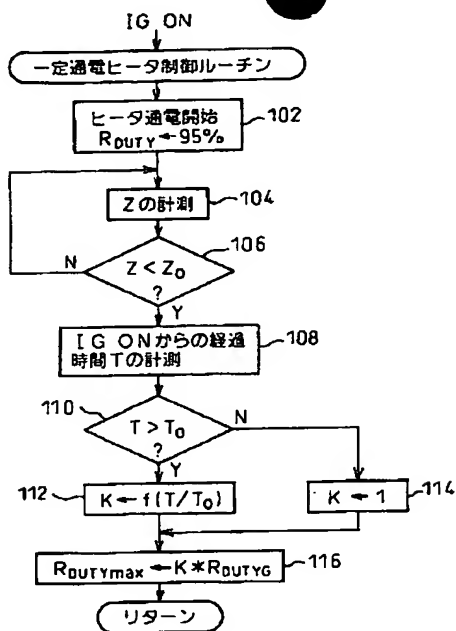
[Drawing 7]

7



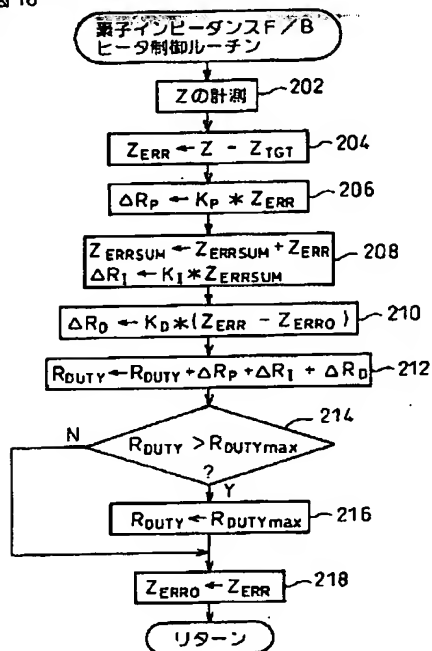
[Drawing 8]

図 8



[Drawing 10]

図 10



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-71633

(P 2002-71633A)

(43) 公開日 平成14年3月12日 (2002. 3. 12)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 N 27/41		F 0 2 D 45/00	3 6 8 H 3G084
F 0 2 D 45/00	3 6 8	G 0 1 N 27/46	3 2 5 Q
G 0 1 N 27/416			3 2 1
			3 2 5 G

審査請求 未請求 請求項の数 1

O L

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-259375 (P2000-259375)

(22) 出願日 平成12年8月24日 (2000. 8. 24)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 池田 慎治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外3名)

Fターム(参考) 3G084 BA00 DA19 EA07 EB12 EC01

FA26

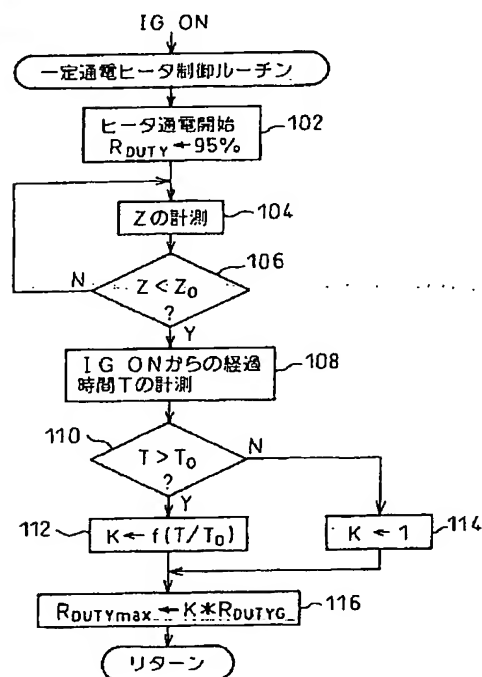
(54) 【発明の名称】 空燃比センサのヒータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 素子インピーダンスを検出しそれをフィードバックしてヒータへの供給電力を制御する上で、センサ素子が劣化し素子インピーダンスが上昇した場合にあっても、ヒータ及び素子の温度の過度の上昇を抑制してヒータ又はセンサ素子の破損を防止することができるようにする。

【解決手段】 この空燃比センサのヒータ制御装置は、空燃比センサの素子インピーダンスに基づいて、空燃比センサを加熱するヒータへの供給電力を制御するフィードバック制御手段と、空燃比センサの半活性時間を検出する半活性時間検出手段と、その半活性時間検出手段によって検出された半活性時間に基づいて、フィードバック制御手段によってフィードバック制御される電力を制限する電力制限手段と、を具備する。

図 8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 空燃比センサの素子インピーダンスに基づいて、空燃比センサを加熱するヒータへの供給電力を制御するフィードバック制御手段と、

空燃比センサの半活性時間を検出する半活性時間検出手段と、

前記半活性時間検出手段によって検出された半活性時間に基づいて、前記フィードバック制御手段によってフィードバック制御される電力を制限する電力制限手段と、を具備する、空燃比センサのヒータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、空燃比センサのヒータ制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 車載用内燃機関において燃料消費率の低減と有害ガス排出量の低減とを両立させるためには、機関が燃焼させる混合気の空燃比（A/F）を広範囲に制御する必要がある。このような空燃比制御を可能とするために、ジルコニア固体電解質等の酸素イオン導電素子（センサ素子）に大気側電極、排気側電極及び排気側拡散抵抗体を設けてセンサ本体とし、そのセンサ本体への電圧印加に伴い排気中の酸素濃度又は未燃ガス濃度に応じた限界電流が生ずるのを利用した空燃比センサ（全域空燃比センサ、リニア空燃比センサ等と呼ばれる）が実用化され、かかる空燃比センサの出力に基づくフィードバック制御が行われている。

【0003】 全域空燃比センサの出力に基づく空燃比フィードバック制御を行う上で、酸素イオン導電素子を活性状態に維持することが不可欠である。そのためにヒータを用いて素子を加熱し素子温度を一定の値に保つ制御が行われている。その際、素子温度を検出する必要があるが、素子インピーダンスが素子温度と相関関係を有することから、素子インピーダンスを検出して素子温度を推定することにより温度センサの必要性が排除されている（例えば、特開平 10-232220 号公報参照）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、センサ素子が劣化してくると、同一の素子温度に対応する素子インピーダンスが上昇する。したがって、素子が劣化している場合において、素子インピーダンス検出値が目標インピーダンスに一致するようにヒータ供給電力のフィードバック制御を行うと、空燃比センサの出力特性及び応答性に劣化はないにもかかわらず、素子温度が上昇してセンサが破損するおそれがある。

【0005】 本発明は、上述した問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、空燃比センサの素子インピーダンスを検出しそれをフィードバックしてヒータへの供給電力を制御することで空燃比センサを活性状態に維持する、空燃比センサのヒータ制御装置において、セン

サ素子が劣化した場合でもヒータ及びセンサ素子の温度の過度の上昇を抑制してヒータ又はセンサ素子の破損を防止することができるようにすることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明によれば、空燃比センサの素子インピーダンスに基づいて、空燃比センサを加熱するヒータへの供給電力を制御するフィードバック制御手段と、空燃比センサの半活性時間を検出する半活性時間検出手段と、前記半活性時間検出手段によって検出された半活性時間に基づいて、前記フィードバック制御手段によってフィードバック制御される電力を制限する電力制限手段と、を具備する、空燃比センサのヒータ制御装置が提供される。

【0007】 上述の如く構成された、本発明に係る、空燃比センサのヒータ制御装置においては、素子インピーダンスのフィードバックによるヒータ供給電力制御の実施前にセンサ素子の劣化の度合いを反映する半活性時間が検出され、その半活性時間に基づいてフィードバック制御の際の供給電力が制限されることとなるため、劣化により素子インピーダンスが上昇した素子に対してフィードバック制御により過剰な電力が供給されヒータやセンサ素子の温度が過度に上昇してヒータ又はセンサ素子の破損に至るという事態を確実に回避することが可能となる。

【0008】

【発明の実施の形態】 以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【0009】 まず、空燃比センサの原理について説明する。図 1 は、空燃比と排気中の酸素（O₂）濃度との関係及び空燃比と排気中の一酸化炭素（CO）濃度との関係を示す特性図である。この図に示されるように、理論空燃比よりもリーン側の空燃比領域にあっては O₂ 濃度が空燃比に対してほぼリニアに変化する一方、理論空燃比よりもリッチ側の空燃比領域にあっては未燃ガスである CO 濃度が空燃比に対してほぼリニアに変化する。空燃比センサは、後述するように、この関係を利用するものである。

【0010】 図 2 は、空燃比センサの一構成例を示す断面図である。空燃比センサ 10 は、内燃機関の排気管 9 の内部に向けて突設された状態で使用される。空燃比センサ 10 は、大別して、カバー 11、センサ本体 13 及びヒータ 18 から構成される。カバー 11 は断面カップ状の形状を有し、その周壁にはカバー内外を連通する多数の小孔 12 が形成されている。

【0011】 センサ本体 13 において、試験管状に形成された酸素イオン導電性固体電解質層 14 の外表面には排気側電極層 16 が固着される一方、その内表面には大気側電極層 17 が固着されている。また、排気側電極層 16 の外側には、プラズマ溶射法等により拡散抵抗層 15 が形成されている。固体電解質層 14 は、例えば、本

実施形態においては、 ZrO_2 （ジルコニア素子）にCaO等を安定剤として固溶させた酸素イオン伝導性酸化物焼結体からなる（以下、固体電解質層14をセンサ素子とも称する）。拡散抵抗層15は、アルミナ等の耐熱性無機物質からなる。排気側電極層16及び大気側電極層17は、共に、白金等の触媒活性の高い貴金属からなり、その表面には多孔質の化学メッキ等が施されている。

【0012】ヒータ18は、大気側電極層17内に收容されており、その発熱エネルギーによってセンサ本体13を加熱し、ジルコニア素子14を活性化せしめる。ヒータ18は、ジルコニア素子14を活性化するのに十分な発熱容量を有している。

【0013】ジルコニア素子14は、高温活性状態で素子両端に酸素濃度差が生じると、濃度の高い側から低い側へと酸素イオン（ O^{2-} ）を通す特性（酸素電池特性）を有する。また、ジルコニア素子14は、その両端に電位差が与えられると、陰極から陽極に向けて、電位差に応じた酸素イオン（ O^{2-} ）の移動を引き起こそうとする特性（酸素ポンプ特性）を有する。

【0014】図2に示されるように、センサ本体13には、大気側電極層17を正極性、排気側電極層16を負極性とする一定のバイアス電圧が印加されている。排気空燃比がリーンのときには、酸素ポンプ特性により、排気側電極層16から大気側電極層17へと酸素イオン（ O^{2-} ）の移動が起こる。その結果、バイアス電圧源の正極から、大気側電極層17、固体電解質層14及び排気側電極層16を介して、バイアス電圧源の負極へと電流が流れる。このとき流れる電流の大きさは、バイアス電圧を一定値以上にすれば、排気中から拡散抵抗層15を通して排気側電極層16へと拡散によって流入する酸素量に対応する。従って、この限界電流の大きさを検出すれば、酸素濃度を知ることができ、ひいては図1にて説明したようにリーン領域における空燃比を知ることができる。

【0015】一方、排気空燃比がリッチのときには酸素電池特性が働き、この酸素電池特性は大気側電極層17から排気側電極層16へと酸素イオン（ O^{2-} ）の移動を引き起こそうとする。すなわち、酸素電池特性はバイアス電圧と逆向きに作用する。空燃比センサでは、酸素電池特性による起電力がバイアス電圧に打ち勝つように構成されているため、大気側電極層17から、バイアス電圧源を通して、排気側電極層16へと電流が流れる。このとき流れる電流の大きさは、固体電解質層14中を大気側電極層17から排気側電極層16へと移送される酸素イオン（ O^{2-} ）の量によって決まる。その酸素イオンは、排気中から拡散抵抗層15を通して排気側電極層16へと拡散によって流入する一酸化炭素などの未燃ガスと排気側電極層16において反応（燃焼）するものであるため、酸素イオン移動量は未燃ガスの濃度に対応す

る。従って、この限界電流の大きさを検出すれば、未燃ガス濃度を知ることができ、ひいては図1にて説明したようにリッチ領域における空燃比を知ることができる。

【0016】また、排気空燃比が理論空燃比のときには、排気側電極層16へ流入する酸素及び未燃ガスの量が化学当量比となっているため、排気側電極層16の触媒作用によって両者は完全に燃焼する。したがって、排気側電極層16では酸素がなくなるため、酸素電池特性及び酸素ポンプ特性により移送されるべき酸素イオンが生じない。その結果、排気空燃比が理論空燃比のときには、回路を流れる電流は生じない。

【0017】かくして、空燃比センサの電圧-電流（V-I）特性は、図3に示されるように、センサが曝される排気空燃比（A/F）に応じた限界電流を示す。図3においては、V軸に平行な直線部分が限界電流を表している。そして、リーン領域とリッチ領域とでは限界電流の流れる向きが逆になっており、リーン領域にあっては空燃比が大きくなるほど、リッチ領域にあっては空燃比が小さくなるほど、限界電流の絶対値が大きくなる。そして、図3の特性図によれば、印加電圧を0.3V程度に設定すると、広範囲にわたる空燃比を検出することができる。なお、V軸に平行な直線部分の電圧より小さい電圧となる領域は、抵抗支配域となっている。

【0018】次いで、図4を用いて、空燃比検出装置のハードウェア構成の一例について説明する。この空燃比検出装置は、大別して、空燃比センサ10、センサ本体駆動回路20、ヒータ駆動回路30及び中央処理装置（CPU）40から構成される。空燃比センサ10は、図2で説明したように、センサ本体13及びヒータ18を備えるものである。また、ヒータ駆動回路30は、デューティ比信号を受け、そのデューティ比に応じてパルス32の電圧をヒータ18へオン/オフ的に印加する回路である。また、CPU40は、内燃機関の電子制御装置（ECU）の中核として燃料噴射制御、点火時期制御等を行うものであり、A/D変換器（ADC）、D/A変換器（DAC）及びメモリを内蔵している。そして、CPU40は、本発明に係るヒータ制御装置としても機能する。

【0019】センサ本体駆動回路20は、大別して、ローパスフィルタ（LPF）21、第1の電圧フォロワ（voltage follower）回路22、基準電圧発生回路25及び第2の電圧フォロワ回路26から構成される。LPF21は、CPU40から出力されるアナログ信号電圧の高周波成分を除去するものである。第1の電圧フォロワ回路22は、演算増幅器、抵抗器、ダイオード、トランジスタ等を備え、センサ本体13の大気側電極層17の電位を、LPF21の出力の電位と同一の電位に維持する。なお、その電位は、空燃比検出時においては3.3Vである。

【0020】また、基準電圧発生回路25は、一定電圧

V_{cc} を分圧して基準電圧3.0Vを発生させる。第2の電圧フォロワ回路26は、第1の電圧フォロワ回路22と同様の回路構成を有し、センサ本体13の排気側電極層16の電位を基準電圧3.0Vに維持する。従って、空燃比検出時には、センサ本体13の両電極層間に0.3Vの電圧Vが印加されることとなり、図3の特性図にて説明したように、限界電流を測定して広範囲にわたる空燃比を検出することができる。第1の電圧フォロワ回路22内の抵抗器23が電流検出回路として機能する。抵抗器23のセンサ側端子の電位 V_1 と他方の端子の電位 V_2 とは、CPU40に供給されるようになってい10る。CPU40は、抵抗器23の両端のアナログ電位V。及び V_2 をA/D変換し、両端の電位差“ $V_1 - V_2$ ”を算出し、その電位差と抵抗器23の抵抗値とに基づいて、第1の電圧フォロワ回路22からセンサ本体13の大気側電極層17へと流れる方向を正とする電流Iを算出する。

【0021】先述の図3に関する説明から理解されるように、算出される電流値と空燃比とは、図5に示される如き関係を有している。そこで、CPU40は、検出され20た電流値に基づいて排気空燃比を検出することができ、ひいては空燃比フィードバック制御を実現することができる。

【0022】さて、空燃比を検出するためには、センサ素子（ジルコニア素子）14を活性状態に維持する必要がある。その活性状態は、素子温度を一定値、例えば700°Cに保つことによって維持される。ところで、素子温度と素子インピーダンスとは、図6に示されるような一定の相関関係を有しているため、素子温度を700°Cに保つためには、素子インピーダンスが30Ωを示30すようにすればよい。そのため、素子インピーダンスを検出し、その検出されるインピーダンス値に基づき、ヒータ駆動回路30をフィードバック制御することにより、素子活性状態を維持する制御が行われる。

【0023】ところが、前述したように、センサ素子が劣化してくると、同一の素子温度に対応する素子インピーダンスが上昇する。したがって、素子が劣化している場合において、素子インピーダンス検出値が目標インピーダンスに一致するようにヒータ供給電力のフィードバック制御を行うときには、空燃比センサの出力特性及び40応答性に劣化はないにもかかわらず、素子温度が上昇してセンサが破損するおそれがある。そこで、本発明は、センサ素子の劣化を判定し、素子が劣化している場合には、ヒータ温度及び素子温度が過度に上昇しないようにヒータへの供給電力を制限しようというものである。

【0024】図7は、イグニションスイッチオンからの経過時間に対する素子温度、ヒータ通電デューティ比及びセンサ出力の各変化を示すタイムチャートである。本発明では、センサ素子の劣化を検出するために、素子インピーダンスに基づくフィードバック制御を実施する前50

の始動時においてセンサの半活性時間を検出する。始動時においては、ヒータに対してほぼフル通電に近い一定の通電（例えば95%）がなされており、かつ、ヒータ抵抗のばらつきが小さいため、素子温度は、センサの劣化の有無に関係なくほぼ同一の温度上昇を示す。

【0025】ただし、素子の劣化の有無により、センサが活性化して出力が変化し始める温度である半活性温度が異なる。すなわち、ヒータへの一定通電を開始するイグニションスイッチオンの時点からセンサが半活性状態になる時点までの半活性時間が、素子の劣化により増大する。そこで、本発明では、半活性時間を検出し、検出された半活性時間に基づいて、フィードバック制御時の通電デューティ比に対して上限値を設定する。

【0026】図8は、CPU40によって実行される一定通電ヒータ制御ルーチンの処理手順を示すフローチャートである。また、図9は、その一定通電ヒータ制御ルーチンの処理中に参照されるマップであって、半活性時間比（後述）に応じてデューティ比上限値補正係数Kを求めるためのマップを示す図である。図8に示される一定通電ヒータ制御ルーチンは、イグニションスイッチがオン（IGON）とされた時点で起動される。

【0027】まず、ステップ102では、デューティ比 R_{DUTY} を一定値95%としてヒータ18への通電を開始する。次いで、ステップ104では、現在の素子インピーダンスZを計測する。次いで、ステップ106では、計測されたZを、半活性状態に対応する素子インピーダンスとして予め実験的に求められている値 Z_0 と比較し、 $Z \geq Z_0$ のとき、すなわち半活性前のときには、ステップ104に戻る一方、 $Z < Z_0$ のとき、すなわち半活性状態に達したときには、ステップ108に進む。

【0028】ステップ108では、イグニションスイッチがオン（IGON）とされた時点からの経過時間を半活性時間Tとして計測する。次いで、ステップ110では、計測された半活性時間Tを、劣化のない正常なセンサに基づいて予め実験的に求められている最大半活性時間 T_0 と比較する。そして、 $T \leq T_0$ のとき、すなわち素子劣化なしと判定されるときには、ステップ114に進み、デューティ比上限値補正係数Kに1をセットする。

【0029】一方、 $T > T_0$ のとき、すなわち素子劣化ありと判定されるときには、ステップ112に進む。ステップ112では、図9に示されるマップを参照することにより、半活性時間比 T/T_0 に応じたデューティ比上限値補正係数Kを決定する。なお、図9のマップでは、 T/T_0 が大きいほど、劣化の度合いが大きいいため、Kは小さな値にされている。

【0030】ステップ112又は114に次いで実行されるステップ116では、従来の制御において正常なセンサを基準にして定められているデューティ比ガード値 R_{DUTYG} とデューティ比上限値補正係数Kとに基づい

て、

$$R_{DUTYmax} \leftarrow K * R_{DUTYG}$$

なる演算を行い、センサ劣化をも考慮したデューティ比上限値 $R_{DUTYmax}$ を決定する。

【0031】図10は、CPU40によって実行される素子インピーダンスフィードバックヒータ制御ルーチンの処理手順を示すフローチャートである。本ルーチンは、ヒータ駆動回路30に供給するデューティ比 R_{DUTY} を素子インピーダンスに基づいて決定するものであり、センサ活性化後に所定時間周期で実行される。まず、ステップ202では、素子インピーダンス Z を計測する。次いで、ステップ204では、計測された素子インピーダンス Z と目標素子インピーダンス Z_{TGT} との偏差 Z_{ERR} を算出する。

【0032】次いで、ステップ206では、PID動作における比例項 ΔR_P を、

$$\Delta R_P \leftarrow K_P * Z_{ERR}$$

なる演算により求める。 K_P は、比例項のゲインである。次いで、ステップ208では、

$$Z_{ERRSUM} \leftarrow Z_{ERRSUM} + Z_{ERR}$$

なる演算により、偏差の積分値 Z_{ERRSUM} を更新するとともに、

$$\Delta R_I \leftarrow K_I * Z_{ERRSUM}$$

なる演算により、PID動作における積分項 ΔR_I を算出する。 K_I は、積分項のゲインである。

【0033】次いで、ステップ210では、

$$\Delta R_D \leftarrow K_D * (Z_{ERR} - Z_{ERR0})$$

なる演算により、PID動作における微分項 ΔR_D を算出する。ここで、 K_D は微分項のゲインであり、 Z_{ERR0} は前回の本ルーチン走行時に算出された偏差である。次いで、ステップ212では、

$$R_{DUTY} \leftarrow R_{DUTY} + \Delta R_P + \Delta R_I + \Delta R_D$$

なる演算により、PID動作によるデューティ比 R_{DUTY} を決定する。

【0034】次いで、ステップ214及び216では、算出された R_{DUTY} がデューティ比上限値 $R_{DUTYmax}$ 以下に制限されるようにガード処理を実行する。すなわち、ステップ214で $R_{DUTY} > R_{DUTYmax}$ と判定されるときには、ステップ216において R_{DUTY} に $R_{DUTYmax}$ が代入される。最後のステップ218では、次の本ルーチンの実行に備え、今回算出された Z_{ERR} を Z_{ERR0} として記憶する。

【0035】以上、本発明の実施形態について述べてきたが、もちろん本発明はこれに限定されるものではない。例えば、本実施形態は、いわゆるカップ型の空燃比センサを例にして本発明を説明するものであるが、本発明は、いわゆる積層型の空燃比センサに対しても適用可能であり、空燃比センサの構造には関係していない。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

(5)

特開2002-71633

8

空燃比センサの素子インピーダンスを検出しそれをフィードバックしてヒータへの供給電力を制御することで空燃比センサを活性状態に維持する、空燃比センサのヒータ制御装置において、素子が劣化した場合にあっては、ヒータやセンサ素子の温度の過度の上昇を抑制してヒータ又はセンサ素子の破損を防止することが、特に新たな装置を設けることなく簡易にできるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】空燃比と排気成分濃度との関係を示す特性図である。

【図2】空燃比センサの一構成例を示す断面図である。

【図3】空燃比センサの電圧-電流特性の一例を示す特性図である。

【図4】空燃比検出装置のハードウェア構成を示す電気回路図である。

【図5】空燃比と空燃比センサ出力電流との関係を示す特性図である。

【図6】素子温度と素子インピーダンスとの関係を示す特性図である。

【図7】イグニションスイッチオンからの経過時間に対する素子温度、ヒータ通電デューティ比及びセンサ出力の各変化を示すタイムチャートである。

【図8】CPUによって実行される一定通電ヒータ制御ルーチンの処理手順を示すフローチャートである。

【図9】半活性時間比に応じてデューティ比上限値補正係数を求めるためのマップを示す図である。

【図10】CPUによって実行される素子インピーダンスフィードバックヒータ制御ルーチンの処理手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

10…空燃比センサ (A/Fセンサ)

11…カバー

12…小孔

13…センサ本体

14…酸素イオン導電性固体電解質層 (センサ素子)

15…拡散抵抗層

16…排気側電極層

17…大気側電極層

18…ヒータ

20…センサ本体駆動回路

21…ローパスフィルタ (LPF)

22…第1の電圧フォロウ回路

23…電流検出回路

25…基準電圧発生回路

26…第2の電圧フォロウ回路

30…ヒータ駆動回路

32…バッテリー

40…CPU

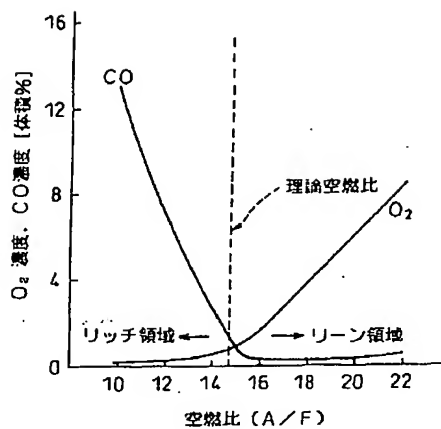
90…内燃機関の排気管

(6)

特開2002-71633

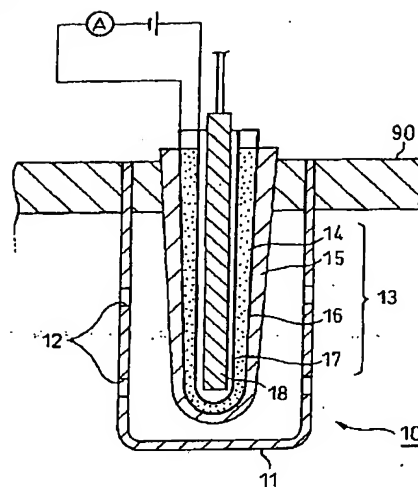
【図1】

図1



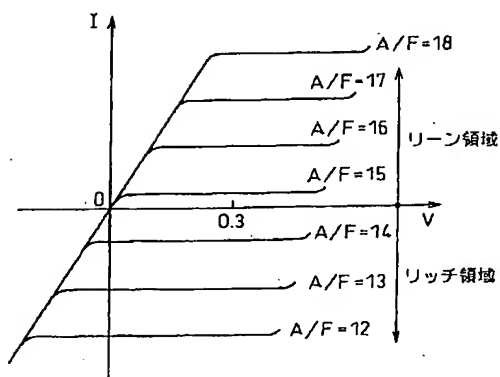
【図2】

図2



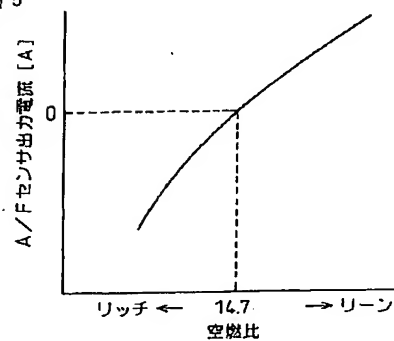
【図3】

図3



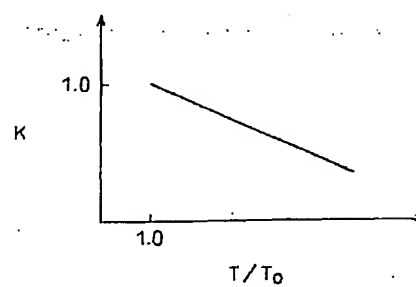
【図5】

図5



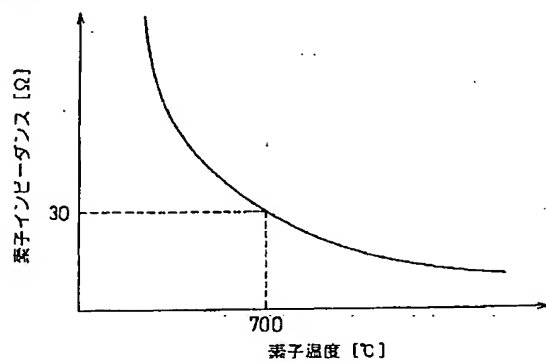
【図9】

図9



【図6】

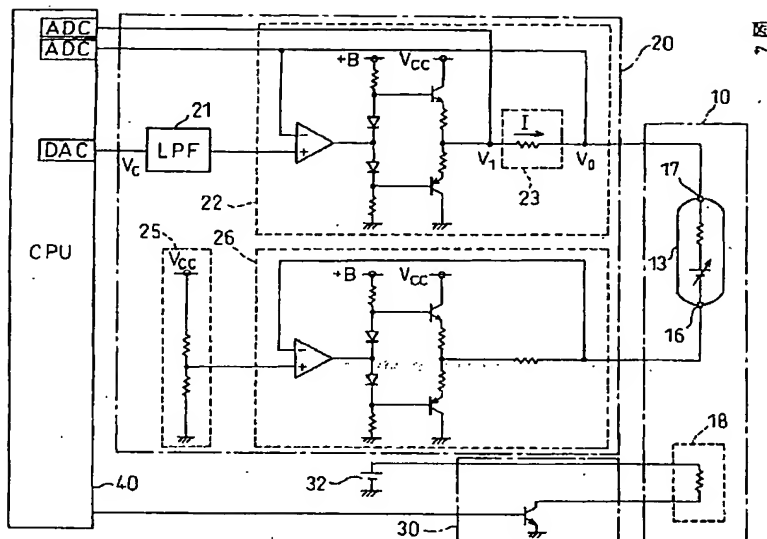
図6



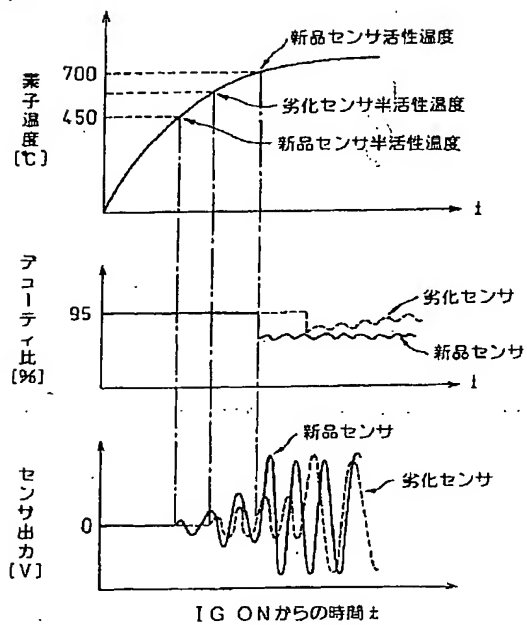
(7)

特開 2002-71633

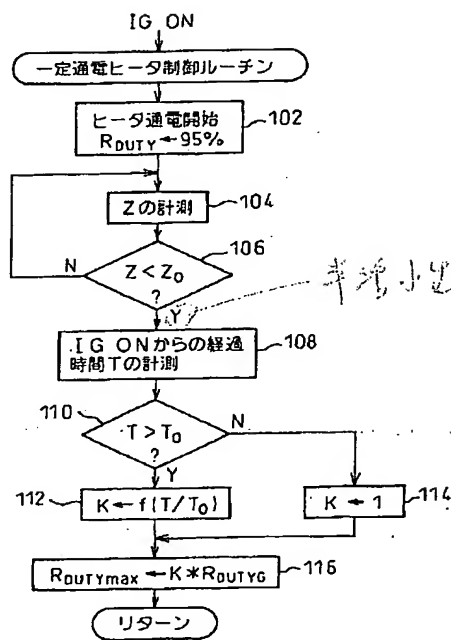
【図 4】



【图 7】



【図 8】



(8)

特開2002-71633

【図10】

図10

